

# MATÉRIA SECA EM FRUTOS, FOLHAS E RAMOS PLAGIOTRÓPICOS DE CAFEIROS CULTIVADOS NA AMAZÔNIA OCIDENTAL

Danielly Dubberstein<sup>1</sup>, Fabio Luiz Partelli<sup>2</sup>, Raquel Schmidt<sup>3</sup>,  
Jairo Rafael Machado Dias<sup>4</sup>, André Manzoli Covre<sup>5</sup>

(Recebido: 27 de maio de 2016; aceito: 29 de agosto de 2016)

**RESUMO:** Diversos fatores podem influenciar no acúmulo de matéria seca no caféiro, como o manejo nutricional e a fase fenológica da planta. Objetivou-se avaliar o número de frutos e o teor de matéria seca em frutos, folhas e ramos plagiotrópicos de *Coffea canephora*, adubado e não adubado nas condições da Amazônia Ocidental. O experimento foi conduzido em lavoura clonal, com delineamento experimental de blocos casualizados, em esquema de parcelas subdivididas no tempo. As parcelas principais foram constituídas por dois manejos de adubação e as subparcelas acomodaram as épocas de avaliação. Foram feitas coletas de ramos produtivos desde o estágio fenológico do fruto chumbinho até a maturação. Avaliou-se o número de frutos por ramo, matéria seca total de frutos por ramo, matéria seca por fruto, matéria seca de folhas e a matéria seca de ramo plagiotrópico. Para as condições avaliadas a adubação mineral não diferiu o número de frutos e teor de matéria seca dos órgãos. A curva de acúmulo de matéria seca no fruto ajustou-se ao modelo sigmoidal e houve acréscimo evidente a partir do 56º dia da floração, posterior à fase de queda significativa de frutos chumbinho. Nos ramos plagiotrópicos também ocorreu aumento linear no teor de matéria seca durante a fase reprodutiva, ao contrário das folhas, que se averiguou decréscimo de matéria seca.

**Termos para indexação:** *Coffea canephora*, acúmulo de biomassa, manejo nutricional, período reprodutivo.

## DRY MATTER IN FRUITS, LEAVES AND PLAGIOTROPIC BRANCHES OF GROWN COFFEE TREES IN THE WESTERN AMAZON

**ABSTRACT:** Different factors may influence the accumulation of dry matter in the coffee, as the nutritional management and the phenological stage of the plant. This study aimed to assess the number of fruits and the dry matter content in fruits, leaves and reproductive branches of *Coffea canephora*, fertilized and unfertilized conditions in the Western Amazon. The experiment was conducted in clonal tillage with randomized complete blocks in time a split plot arrangement. The main plots were constituted of two managements of fertilizer and subplots accommodated the evaluation times. Collections of branches were made from the developmental stage of very small berries to maturity. The number of fruits per branch, total dry matter of fruits per branch, dry matter per fruit, leaves dry matter and dry matter plagiotrophical were evaluated. In the experimental conditions mineral fertilization did not differ from the number of fruits and dry matter content of organs. The dry matter accumulation curve in the fruit adjusted to sigmoidal model and there was an evident increase from the 56th day of flowering, after the significant drop phase very small berries. In reproductive branches was linear increase in dry matter content during the reproductive phase, unlike the leaves, in which there was a decrease of dry matter.

**Index terms:** *Coffea canephora*, biomass accumulation, nutrient management, reproductive period.

### 1 INTRODUÇÃO

No cenário atual o consumo mundial de *Coffea canephora* Pierre ex A.Froehner, tem indicado aumentos de 3,25% ao ano, superiores ao aumento do consumo de *Coffea arabica* L. que se situa em torno de 2,58%. Assim como os indicadores de preços de *C. canephora* têm crescido expressivamente, diferentemente do *C. arabica* que tem sofrido reduções (INTERNATIONAL COFFEE ORGANIZATION - ICO, 2015).

Devido às mudanças climáticas globais previstas, nos próximos anos o cultivo de café conilon/robusta pode ser comprometido em maior parte das áreas cultivadas, visto que a ocorrência de altas temperaturas pode acarretar danos ao desenvolvimento da planta. Contudo, o seu cultivo tende a ser favorecido nas áreas onde atualmente é plantada a espécie *C. arabica* (BARBOSA et al., 2014; BUNN et al., 2015; PARTELLI et al., 2013; RODRIGUES et al., 2016). Diante disso, maior atenção deve ser dada a espécie *C. canephora*, a fim de amenizar os impactos diretos e indiretos desse fenômeno.

<sup>1</sup>Universidade Federal do Espírito Santo - Centro de Ciências Agrárias - Alto Universitário - s/nº - 29.500-000 - Alegre - ES - dany\_dubberstein@hotmail.com

<sup>2,3</sup>Universidade Federal do Espírito Santo - Centro Universitário Norte do Espírito Santo - Rodovia BR 101 Norte - Km 60 Bairro Litorâneo - 29.932-540 - São Mateus - ES - partelli@yahoo.com.br, andre-covre@hotmail.com

<sup>3</sup>Universidade Federal do Acre/UFAC - Programa de Pós-graduação em Agronomia - Rodovia BR 364 - Distrito Industrial - 69.920-900 - Rio Branco - AC -schmidt\_raquel@hotmail.com

<sup>4</sup>Universidade Federal de Rondônia - Avenida Norte Sul - nº 7300 - Bairro Nova morada - 76.940-000 - Rolim de Moura - RO jairorafaelmdias@hotmail.com

Do ponto de vista agrônomo, o sucesso de uma lavoura cafeeira depende fortemente dos tratamentos culturais aplicados, uma vez que, com manejo adequado a planta tem capacidade de expressar todo seu potencial. Para aperfeiçoar este processo, conhecer algumas propriedades da planta torna-se fundamental. A produção de biomassa é uma característica de grande consistência na avaliação do desenvolvimento de espécies vegetais, complementando e auxiliando os dados de crescimento (COVRE et al., 2013; PAIVA et al., 2010).

O conhecimento das fases fenológicas de desenvolvimento do fruto é essencial, visto que o processo é condicionado por fatores fisiológicos, tratamentos culturais e ambientais. Temperaturas mínimas e máximas do ar, juntamente com déficit hídrico levam a redução do enchimento de grão e a formação de grãos chochos (CUNHA; VOLPE, 2011; MORAIS et al., 2009). De acordo com Bote e Struik (2011), cafeeiros cultivados na sombra produzem grãos maiores, mais pesados e com melhor sabor, pois sofrem menos estresses ambientais.

O manejo nutricional também exerce influência direta sobre o crescimento vegetativo e formação dos frutos de cafeeiros. As flores e frutos se caracterizam como os principais drenos por fotoassimilados durante a fase de floração e frutificação, respectivamente. Neste mesmo período se concentra grande parte do crescimento vegetativo da planta, intensificando a demanda por nutrientes (LAVIOLA et al., 2007, 2008; VALARINI; BATAGLIA; FAZUOLI, 2005).

O Estado de Rondônia se destaca nacionalmente como segundo maior produtor da espécie *C. canephora*, entretanto, ainda carece de conhecimentos técnicos quanto ao manejo da lavoura, com ênfase especial para a nutrição mineral, e características intrínsecas dos genótipos cultivados, referentes à formação de fruto e desenvolvimento da planta (COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO - CONAB, 2015).

Dessa forma, objetivou-se quantificar o número de frutos e a matéria seca em frutos, folhas e caule de ramos produtivos de cafeeiro adubado e não adubado, coletados durante o período reprodutivo para as condições da Amazônia Ocidental.

## 2 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido na Amazônia Sul Ocidental, no município de Rolim de Moura, localizado na Zona da Mata

do estado de Rondônia. O clima predominante na região é Tropical Úmido Chuvoso - Am (Köppen), com temperatura média anual de 26 °C e precipitação pluviométrica média de 2000 mm ano<sup>-1</sup>. O período chuvoso está compreendido entre os meses de setembro/outubro até abril (ALVARES et al., 2014).

Os valores médios de temperatura mínima, média, máxima e precipitação pluviométrica foram coletados na estação meteorológica da Universidade Federal de Rondônia localizada no mesmo município durante o período experimental. Devido à estiagem ocorrida de meados de julho ao início de setembro utilizou a irrigação por aspersão convencional nesta ocasião (Figura 1).

O solo do local é classificado como Latossolo Vermelho-Escuro Eutrófico, textura argilosa (SANTOS et al., 2013), com relevo plano. A análise de solo da área experimental feita de 00-10, 10-20, 20-30 e 30-40 cm de profundidade apresentam os seguintes valores: pH em água: 7,2, 7,3, 6,9 e 6,7; P (mg dm<sup>-3</sup>): 86, 45, 13 e 3; K (mmol dm<sup>-3</sup>): 19,23, 8,21, 5,03 e 6,41; Ca (mmol dm<sup>-3</sup>): 66,1, 69,7, 41,8 e 26,2; Mg (mmol dm<sup>-3</sup>): 17,2, 8,4, 7,6 e 6,6; Al+H (mmol dm<sup>-3</sup>): 18,2, 11,6, 24,8 e 16,5; Al (mmol dm<sup>-3</sup>): 0,0, 0,0, 0,0 e 0,0; MO (g kg): 34,5, 17,8, 17,8 e 16,1; V(%): 85, 87, 69 e 70, respectivamente.

O estudo foi conduzido em lavoura de cafeeiro clonal (genótipos ainda não registrados), com dois anos e meio de idade, no espaçamento de quatro metros entre linhas e um metro entre plantas (2500 plantas por hectare). O delineamento experimental utilizado foi de blocos casualizados com três repetições, em esquema de parcelas subdivididas no tempo. As parcelas principais foram constituídas por dois manejos de adubação: adubado e não adubado; e as subparcelas acomodaram as épocas de coleta dos ramos: julho de 2013 a abril de 2014, totalizando onze avaliações.

O manejo de adubação do tratamento com plantas adubadas foi realizado seguindo a recomendação para a cultura em função da produtividade esperada (FERRÃO et al., 2007), aplicando-se 440 kg ha<sup>-1</sup> de nitrogênio, 270 kg ha<sup>-1</sup> de cloreto de potássio, 9 kg ha<sup>-1</sup> de fósforo, 12,5 kg ha<sup>-1</sup> de óxido de cálcio e 6 kg ha<sup>-1</sup> de enxofre. O nitrogênio foi fornecido na forma de ureia, o potássio na forma de cloreto de potássio, o fósforo, enxofre e cálcio na forma de superfosfato simples. O superfosfato simples foi aplicado em uma única vez (12 de julho de 2013), a ureia e cloreto de potássio em quatro parcelamentos (12 de julho e 22 de outubro de 2013, 31 de janeiro e 28 de fevereiro de 2014).

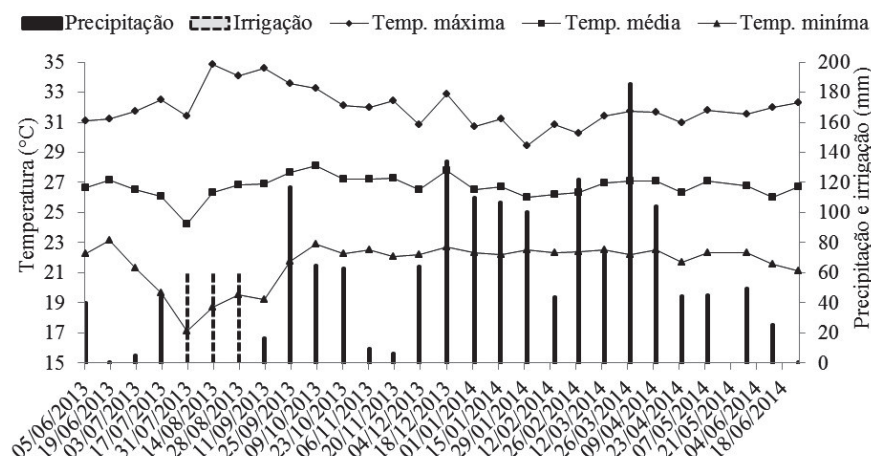


FIGURA 1 - Dados de precipitação, irrigação, temperatura máxima, média e mínima ocorridos durante o período experimental. Rolim de Moura, 2013/2014.

Quanto ao tratamento não adubado foi suprimida a oferta de fertilizantes durante todo período de avaliação.

Cada tratamento (manejo de adubação) foi composto por três parcelas experimentais, cada parcela foi composta por onze plantas, totalizando 33 plantas por tratamento. Em cada planta foram selecionados e marcados previamente (julho de 2013) dois ramos plagiotrópicos produtivos, usando com critério de escolha aqueles que continham de dez a doze rosetas, e estivessem posicionados na porção mediana da copa.

As avaliações iniciaram no mês de julho de 2013, logo após a primeira florada da lavoura, em função da ocorrência atípica de chuva nesta época. A partir daí foram feitas avaliações em intervalo de 28 dias, estendendo até a maturação do fruto (abril de 2014). Em cada avaliação fez-se a coleta aleatória de cinco ramos plagiotrópicos os quais tinham sido marcados anteriormente para cada tratamento, destacando-os inteiramente da haste de sustentação (ortotrópica), acondicionando-se em sacos de papel. Posteriormente, foi feita a secagem em estufa de circulação de ar forçada a 65°C até atingir massa constante.

Após a secagem, realizou-se a separação das partes dos ramos, contagem e pesagem em balança de precisão, determinando o número de frutos por ramo, matéria seca total de frutos por ramo, matéria seca por fruto, matéria seca de folhas e a matéria seca de ramos plagiotrópicos. Os dados qualitativos (adubado e não adubado) foram submetidos à análise de variância, e para os dados quantitativos (época de avaliação) fez-se a análise de regressão com auxílio do Sigmaplot.

### 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

O manejo da adubação empregado não promoveu diferenças entre as médias de concentração de matéria seca de fruto por ramo, matéria seca do fruto, números de frutos por ramo, matéria seca de folhas e matéria seca de ramo plagiotrópico. Entretanto, resultados distintos são averiguados quando a avaliação ocorre para a época de coleta do ramo produtivo, pois houve diferença estatística ao nível de significância de 1% para todas as características avaliadas (Tabela 1).

Este resultado pode ser justificado em função das características positivas de fertilidade natural do solo da área experimental, especificado na análise de solo, e/ou, de um possível efeito residual de fertilizantes aplicados anteriormente na lavoura, visto se tratar de uma propriedade com agricultura convencional, na qual se faz uso de adubos químicos quando necessário. Com isso, atribui-se que em função das características do solo a quantidade de nutrientes presentes atendeu satisfatoriamente à demanda para formação do fruto e para sustentação do crescimento vegetativo do cafeeiro durante este período.

De acordo com Bragança et al. (2009), as respostas do cafeeiro à aplicação de fertilizantes à base de nitrogênio, fósforo e potássio variam em função de vários fatores, com maior destaque para o tipo de solo, doses dos nutrientes fornecidas e o espaçamento empregado entre as plantas. Bem como, diferenças genotípicas da planta podem resultar em mudanças de eficiência nutricional devido à morfologia e fatores fisiológicos específicos associados à demanda nutricional de cada genótipo (COLODETTI et al., 2014).

As curvas de acúmulo de matéria seca por fruto e do total de frutos por ramo plagiotrópico do cafeeiro foram semelhantes, ajustando-se ao modelo matemático sigmoidal (Figura 2 AB).

Constataram-se taxas de acúmulo reduzidas na fase inicial de formação do fruto, seguida de uma fase de rápida expansão com taxas mais elevadas, e taxas menos expressivas ao final do ciclo de formação, em estado de maturação. De acordo com Moraes e Catani (1964) o acúmulo de matéria seca nos frutos é intensificado a partir do

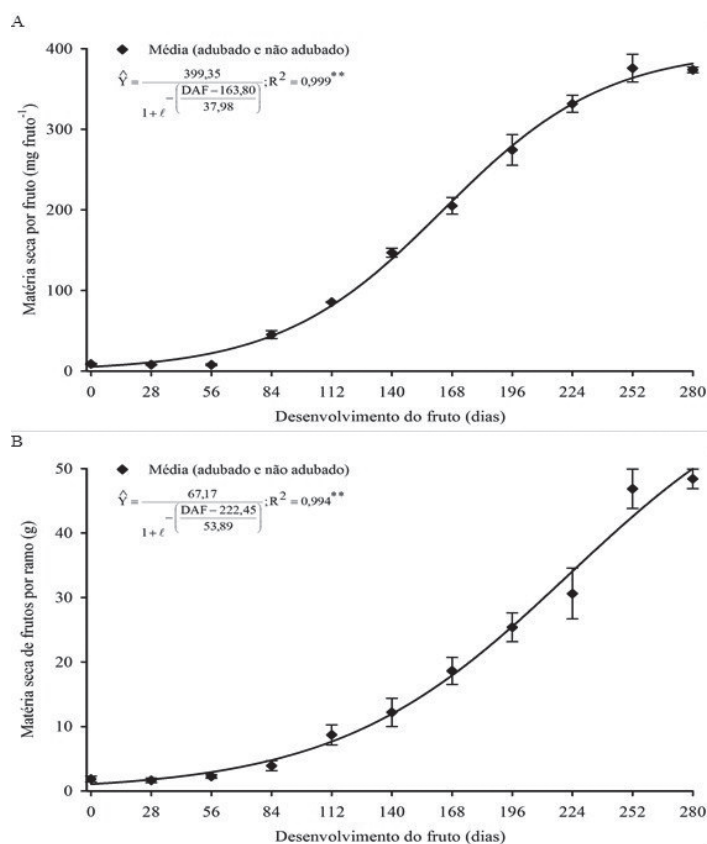
quarto mês após a floração.

Cunha e Volpe (2011) também constataram as maiores taxas de crescimento do fruto nos estádios de expansão e granação. Bem como, resultados semelhantes foram apresentados por Laviola et al. (2007) e Partelli et al. (2014) com curvas de acúmulo de matéria seca com comportamento sigmoidal, com acúmulo expressivo nos três últimos estádios de desenvolvimento do fruto de cafeeiro *Conilon* e *Arábica*, respectivamente.

**TABELA 1** - Resumo da análise de variância (ANOVA) para massa seca de fruto por ramo (MSFR), massa seca do fruto (MSF), número de fruto (NF), massa seca de folha (MSFO) e massa seca de ramo plagiotrópico (MSRP) de cafeeiro adubado e não adubado coletado durante todo período reprodutivo do *C. canephora* na Amazônia Ocidental.

Fonte de variação	MSFR (g)	MSF (g)	NF (nº)	MSFO (g)	MSRP (g)
Manejo de adubação (a)	1,45 <sup>ns</sup>	1,08 <sup>ns</sup>	1,44 <sup>ns</sup>	0,06 <sup>ns</sup>	0,3144 <sup>ns</sup>
Época de avaliação (b)	82,55**	344,68**	39,28**	2,70**	7,20**
Interação Ta X Tb	0,33 <sup>ns</sup>	0,28 <sup>ns</sup>	1,21 <sup>ns</sup>	0,55 <sup>ns</sup>	0,29 <sup>ns</sup>

\*\* e <sup>ns</sup>, significativo ao nível de 1% e não significativo, respectivamente.



**FIGURA 2** - Acúmulo de matéria seca por fruto (A) e de frutos por ramo (B) durante o período reprodutivo de *C. canephora* na Amazônia Sul Ocidental.

Estudos de Dubberstein et al. (2016) relatam que neste mesmo período ocorre a maior parte do acúmulo de macronutrientes nos frutos, ou seja, o acúmulo de biomassa e acúmulo de nutrientes são fatores dependentes, um está em função do outro.

Este comportamento de crescimento dos frutos averiguado ocorre devido às características de cada estágio de formação. Pois, no estágio de grão chumbinho ocorre intensa divisão celular e ausência de aumento expressivo do fruto. Durante a fase de expansão rápida a divisão celular é menos significativa, no entanto, ocorre maior parte da expansão celular com deposição de material de parede, onde o fruto atinge de 50 a 80% do seu tamanho máximo. No período de granação os eventos fisiológicos mais importantes estão relacionados ao endurecimento do endosperma das sementes em virtude da deposição de substâncias de reserva. Na maturação, ocorre a mudança da coloração da casca do fruto e aumento no teor de açúcar (CUNHA; VOLPE, 2011; LAVIOLA et al., 2007, 2008).

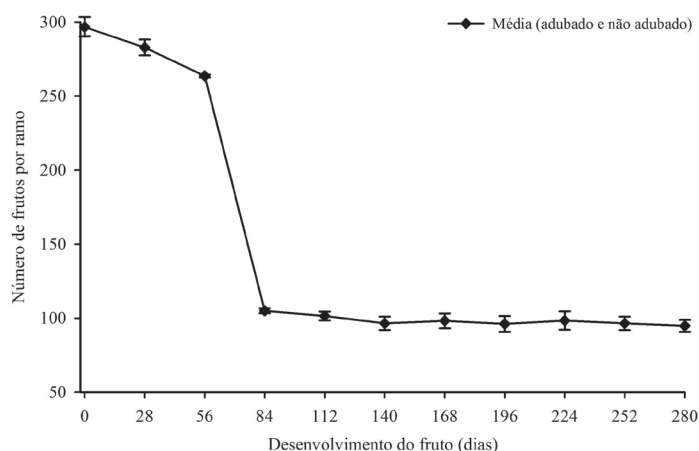
Para a variável número de frutos por ramo não foi possível ajustar um modelo matemático, devido ao comportamento atípico verificado. O maior número foi diagnosticado até os 56º dia da primeira florada, posteriormente, houve uma queda expressiva para a próxima coleta feita aos 84º dia. Após este período, houve redução na queda de frutos, e manteve-se praticamente estável até a maturação e colheita dos grãos (Figura 3).

A queda de frutos dos ramos do cafeeiro se caracteriza como um fenômeno que ocorre naturalmente, no entanto, em alguns casos pode estar associada tanto a fatores bióticos e/ou

abióticos (CUSTÓDIO et al., 2014; SOUZA et al., 2013). De acordo com Damatta et al. (2007) há três períodos bem definidos de queda de frutos. A primeira ocorre nas quatro primeiras semanas, no estágio de chumbinho, a segunda se concentra da 5ª até a 11ª semana, durante a fase de enchimento do endosperma, e a última após a 11ª semana de crescimento dos frutos. De forma geral, a maior parte da queda de frutos ocorre principalmente nos primeiros três meses após o florescimento.

Trabalho de Covre e Partelli (2013) corroboraram queda expressiva no número de frutos entre os meses de agosto e dezembro em cafeeiro irrigado e não irrigado no Sul da Bahia, onde plantas não irrigadas apresentaram quedas mais significativas. Evidencia-se neste trabalho (Figura 3) que a queda dos frutos ocorre justamente no mesmo período em que se inicia o acúmulo de biomassa. Esse fenômeno é plausível de explicação, pois no estágio de expansão os frutos competem por espaço nas rosetas dos ramos, fazendo com que os órgãos menores e mais fracos se desprendam e caiam.

O período de estiagem e as altas temperaturas típicas nessa época do ano, ocorrido durante os primeiros 56 dias após a primeira floração, também pode ter contribuído negativamente (Figura 1). Condições climáticas como alterações na precipitação, reduções na umidade relativa e aumentos na temperatura média do ar durante o período de florescimento dos cafeeiros, contribuem para o baixo vingamento de flores, bem como, pegamento de frutos, caracterizando-se como um período crítico para o cafeeiro (BONOMO et al., 2008; CARVALHO et al., 2014; CUSTÓDIO et al., 2012).



**FIGURA 3** - Número de frutos por ramo no decorrer do período reprodutivo de *Coffea canephora* na Amazônia Sul Ocidental.

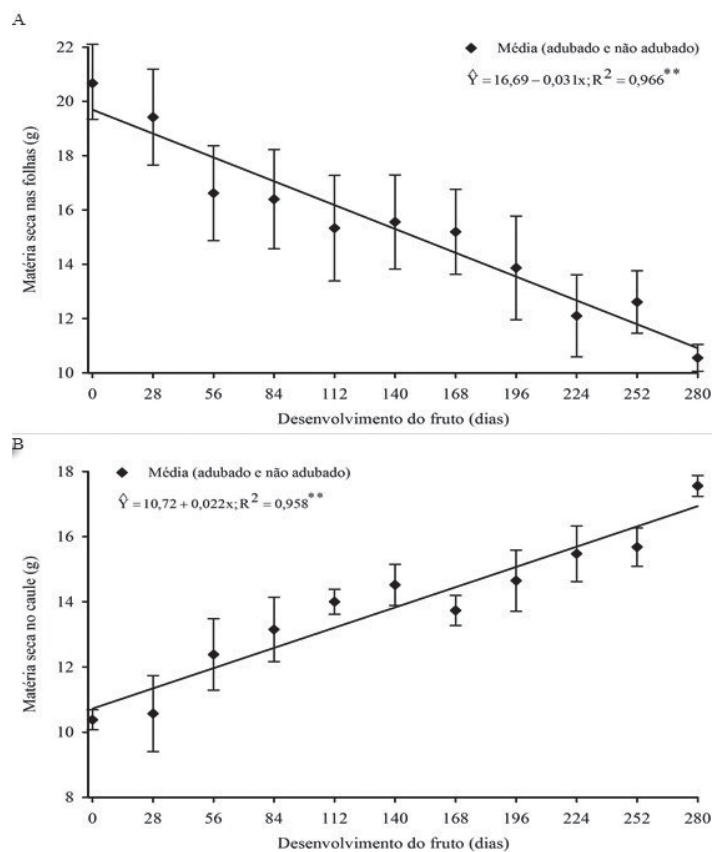
Como consequência do estresse causado à planta, ocorre uma elevada síntese de etileno na região do pedúnculo do fruto, o que na maioria dos casos promove a abscisão ou queda destes órgãos (TAIZ; ZEIGER, 2010). Em pesquisa realizada por Costa et al. (2009), verificou-se que com a aplicação de biorregulador via foliar durante diferentes fases fenológicas do desenvolvimento reprodutivo do cafeeiro (var. Icatu vermelho) aumentou a porcentagem de pegamento de frutos (4° e 5° nós do ramo plagiotrópico), mostrando o efeito benéfico dos promotores do metabolismo vegetal na garantia de quantidade de frutos produzidos.

Para matéria seca de folhas e dos ramos plagiotrópicos o modelo matemático linear foi o que melhor se ajustou, no entanto houve comportamento de modo inverso entre estes dois órgãos (Figura 4). O teor de matéria seca nas folhas reduziu com o decorrer do desenvolvimento do fruto, atingindo valores baixos no final da coleta, quando fruto já estava em maturação, em comparação ao teor na fase inicial ocorre uma

redução de cerca de 50% (Figura 4A). Enquanto que no ramo plagiotrópico ocorre um acúmulo crescente de matéria seca até o momento da colheita dos frutos (Figura 4B).

Quanto ao ramo plagiotrópico, ocorre este aumento na concentração de matéria seca devido ao crescimento e desenvolvimento do mesmo, em consequência do alongamento celular nos tecidos mais jovens. Uma vez que durante a fase reprodutiva do cafeeiro, ocorre também cerca de 80% do crescimento vegetativo da planta. Estudos de Ferreira et al. (2013) e Partelli et al. (2013), revelam elevadas taxas de crescimento de ramos plagiotrópico e ortotrópico do cafeeiro no decorrer dos meses com maior índice de precipitação para as condições estudadas.

Isso se caracteriza como um importante fator para produção do cafeeiro, pois com alongamento dos ramos plagiotrópicos há aumento no número de rosetas onde ocorre a emissão das flores, e posteriormente a formação dos frutos (COSTA et al., 2009; PARTELLI et al., 2013). Assim, estas respostas positivas em crescimento



**FIGURA 4** - Matéria seca nas folhas (A) e no caule de ramo plagiotrópico (B) durante período reprodutivo de *C. canephora* na Amazônia Sul Ocidental.

são formidáveis para garantir a produção do ano posterior, proporcionando a formação das folhas, flores e conseqüentemente, dos frutos.

O teor de matéria seca das folhas diminuiu significativamente, quando se compara as coletas realizadas na fase inicial de formação do fruto e na fase final, sendo que no início apresentou valores em torno de 20,5 gramas e no final atingiu o valor de 10,5 gramas (Figura 4a). Assim como o abortamento de chumbinhos, a perda de folha ocorre como um processo natural na planta, devido ao envelhecimento e perda de vigor.

De acordo com Taiz e Zeiger (2010) designa-se como senescência foliar sequencial o fenômeno em que as folhas morrem quando atingem certa idade. Esse processo pode refletir como parte de um programa normal de desenvolvimento, pois quando folhas novas são iniciadas pelo meristema apical, as folhas mais velhas podem ser sombreadas e perder a capacidade de funcionar de maneira eficiente para a fotossíntese. Entretanto, antes da abscisão das folhas, estas redistribuem parte dos nutrientes presentes para as outras partes vegetativas da planta, atuando como fonte. Bem como, quando ficam disponíveis no solo pelo processo de decomposição, disponibilizam nutrientes para absorção pelas raízes, proporcionando a reciclagem dos mesmos, completando o seu ciclo natural (LIMA et al., 2011).

Contudo, os danos da desfolha quando severos podem causar redução da radiação fotossinteticamente ativa interceptada pelo dossel e alterações fisiológicas no metabolismo do cafeeiro, com menor produção de fotoassimilados, conseqüentemente. Ainda, como implicações mais danosas, podem reduzir a produção da lavoura no ano subsequente (SILVA et al., 2010; TAIZ; ZEIGER, 2010).

#### 4 CONCLUSÕES

A adubação mineral não interferiu sobre as características avaliadas, em virtude das boas condições do solo.

O acúmulo de matéria seca nos frutos inicia-se a partir do estágio de expansão. Maior parte da queda de frutos ocorre durante estágio de chumbinho.

O teor de matéria seca nos ramos plagiotrópicos aumenta significativamente durante a fase reprodutiva do cafeeiro, no entanto, o teor de matéria seca de folhas diminui.

#### 5 REFERÊNCIAS

- ALVARES, C. A. et al. Köppen's climate classification map for Brazil. **Meteorologische Zeitschrift**, Stuttgart, v. 22, n. 6, p. 711-728, Jan. 2014.
- BARBOSA, D. H. G. S. et al. Adaptability and stability of conilon coffee in areas of high altitude. **Genetics and Molecular Research**, Ribeirão Preto, v. 13, n. 3, p. 7879-7888, Sept. 2014.
- BONOMO, R. et al. Produtividade de cafeeiros arábica irrigados no cerrado goiano. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v. 38, n. 4, p. 233-240, out./dez. 2008.
- BOTE, A. D.; STRUIK, P. C. Effects of shade on growth, production and quality of coffee (*Coffea arabica*) in Ethiopia. **Journal of Horticulture and Forestry**, Lagos, v. 3, n. 11, p. 336-341, Oct. 2011.
- BRAGANÇA, S. M. et al. Resposta do cafeeiro conilon à adubação de NPK em sistema de plantio adensado. **Coffee Science**, Lavras, v. 4, n. 1, p. 67-75, jan./jun. 2009.
- BUNN, C. et al. A bitter cup: climate change profile of global production of Arabica and Robusta coffee. **Climatic Change**, Netherlands, v. 129, n. 1, p. 89-101, Mar. 2015.
- CARVALHO, H. de P. et al. Classificação do ciclo de desenvolvimento de cultivares de cafeeiro através da soma térmica. **Coffee Science**, Lavras, v. 9, n. 2, p. 237-244, abr./jun. 2014.
- COLODETTI, T. V. et al. Differential tolerance between genotypes of conilon coffee (*Coffea canephora*) to low availability of nitrogen in the soil. **Australian Journal of Crop Science**, Brisbane, v. 8, n. 12, p. 1648-1657, Jan. 2014.
- COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. **Acompanhamento da safra brasileira de café, Safra 2015, terceiro levantamento**. Disponível em: <[http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/15\\_09\\_30\\_11\\_17\\_06\\_boletim\\_cafe\\_setembro\\_2015.pdf](http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/15_09_30_11_17_06_boletim_cafe_setembro_2015.pdf)>. Acesso em: 23 nov. 2015.
- COSTA, N. R. et al. Desempenho do cafeeiro Icatu vermelho sob ação de biorregulador aplicado em fases reprodutivas da cultura. **Agrarian**, Dourados, v. 2, n. 5, p. 113-130, jul./set. 2009.
- COVRE, A. M. et al. Crescimento e desenvolvimento inicial de genótipos de café Conilon. **Revista Agro@mbiente**, Boa Vista, v. 7, n. 2, p. 193-202, maio/ago. 2013.

- COVRE, A. M.; PARTELLI, F. L. Nitrogênio em folhas e frutos de café conilon irrigado e não irrigado, no estado da Bahia. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE PESQUISAS DOS CAFÉS DO BRASIL, 8., 2013, Salvador. **Resumos Expandidos...** Brasília, DF: EMBRAPA Café, 2013. 1 CD-ROM.
- CUNHA, A. R.; VOLPE, C. A. Curvas de crescimento do fruto de cafeeiro cv. Obatã IAC 1669-20 em diferentes alinhamentos de plantio. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 32, n. 1, p. 49-62, jan./mar. 2011.
- CUSTÓDIO, A. A. de P. et al. Florescimento da lavoura cafeeira sob diferentes manejos de irrigação. **Coffee Science**, Lavras, v. 7, n. 1, p. 20-30, jan./abr. 2012.
- \_\_\_\_\_. Florescimento de cafeeiros sob manejos de irrigação, faces de exposição solar e posições na planta. **Coffee Science**, Lavras, v. 9, n. 2, p. 245-257, abr./jun. 2014.
- DAMATTA, F. M. et al. Ecophysiology of coffee growth and production. *Brazilian Journal of Plant Physiology*, Londrina, v. 19, n. 4, p. 485-510, Oct./Dec. 2007.
- DUBBERSTEIN, D. et al. Concentration and accumulation of macronutrients in leaf of coffee berries in the Amazon, Brazil. **Australian Journal of Crop Science**, Brisbane, v. 10, n. 5, p. 701-710, May 2016.
- FERRÃO, R. G. et al. (Ed.). **Café conilon**. Vitória: INCAPER, 2007. 702 p.
- FERREIRA, E. P. de B. et al. Crescimento vegetativo de *Coffea arabica* L. influenciado por irrigação e fatores climáticos no Cerrado Goiano. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 34, n. 6, p. 3235-3244, dez. 2013.
- INTERNATIONAL COFFEE ORGANIZATION. **Statistics**. Disponível em: <<http://www.ico.org/prices/po-production.pdf>>. Acesso em: 22 out. 2015.
- LAVIOLA, B. G. et al. Acúmulo em frutos e variação na concentração foliar de NPK em cafeeiro cultivado em quatro altitudes. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v. 24, n. 1, p. 19-31, jan./mar. 2008.
- \_\_\_\_\_. Alocação de fotoassimilados em folhas e frutos de cafeeiro cultivado em duas altitudes. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 42, n. 11, p. 1521-1530, nov. 2007.
- LIMA, R. L. S. de et al. Redistribuição de nutrientes em folhas de pinhão-manso entre estádios fenológicos. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 15, n. 11, p. 1175-1179, nov. 2011.
- MORAES, F. R. P. de; CATANI, R. A. A. Absorção de elementos minerais pelo fruto do cafeeiro durante sua formação. **Bragantia**, Campinas, v. 23, p. 331-336, 1964. Número único.
- MORAIS, H. et al. Sombreamento de cafeeiros durante o desenvolvimento das gemas florais e seus efeitos sobre a frutificação e produção. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 39, n. 2, p. 400-406, abr. 2009.
- PAIVA, R. N. et al. Comportamento agrônomico de progênies de cafeeiro (*Coffea arabica* L.) em Varginha-MG. **Coffee Science**, Lavras, v. 5, n. 1, p. 49-58, jan./abr. 2010.
- PARTELLI, F. L. et al. Dry matter and macronutrient accumulation in fruits of conilon coffee with different ripening cycles. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 38, n. 1, p. 214-222, jan./fev. 2014.
- \_\_\_\_\_. Seasonal vegetative growth in genotypes of *Coffea canephora*, as related to climatic factors. **Journal of Agricultural Science**, Toronto, v. 5, n. 8, p. 108-116, July 2013.
- RODRIGUES, W. P. et al. Long-term elevated air [CO<sub>2</sub>] strengthens photosynthetic functioning and mitigates the impact of supra-optimal temperatures in tropical *Coffea arabica* and *C. canephora* species. **Global Change Biology**, New York, v. 22, n. 1, p. 415-431, Jan. 2016.
- SANTOS, H. G. D. et al. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 3. ed. Brasília, DF: EMBRAPA, 2013. 353 p.
- SILVA, F. M. da et al. Efeitos da colheita manual na bionalidade do cafeeiro em Ijaci, Minas Gerais. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 34, n. 3, p. 625-632, maio/jun. 2010.
- SOUZA, J. C. de et al. Controle químico da broca-do-café com Cyantraniliprole. **Coffee Science**, Lavras, v. 8, n. 4, p. 404-410 out./dez. 2013.
- TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Plant physiology**. 5<sup>th</sup> ed. Sunderland: Sinauer Associates, 2010. 782 p.
- VALARINI, V.; BATAGLIA, O. C.; FAZUOLI, L. C. Macronutrientes em folhas e frutos de cultivares de café arábica de porte baixo. **Bragantia**, Campinas, v. 64, n. 4, p. 661-672, 2005.